

**Treatment of surface or waste water**

**Patent number:** DE19530086  
**Publication date:** 1997-02-20  
**Inventor:** FLEISCHMANN ROBERT PROF DR (DE); THIELMANN VOLKER (DE)  
**Applicant:** FLEISCHMANN ROBERT PROF DR (DE)  
**Classification:**  
- **international:** C02F9/00; F02F1/00; C02F1/52; C02F1/28; C02F1/32; G05D7/06; G05D21/00  
- **european:** C02F1/00T; C02F9/00; G05D21/02  
**Application number:** DE19951030086 19950816  
**Priority number(s):** DE19951030086 19950816

**Abstract of DE19530086**

Physical and chemical treatment of surface water or effluent to give useable water comprises the following steps: (a) ion-stabilised suspensions are pptd. in a pre-filter (10) with a conductive carbon structure and particles incapable of entering into suspension are filtered off; (b) the dissolved water contents still capable of entering into suspension are adsorbed and oxidised onto active carbon in a second reactor (20); (c) the oxidised organic contaminants are degraded yet further and pathogenic germs are destroyed by UV in a flow reactor (30) at the end of the process; and (d) the flow of surface water or effluent is regulated using one or more sensors (40), esp. a photosensor (46) in the UV burner, depending on the quality requirements for the treated water.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 195 30 086 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**C 02 F 9/00**  
F 02 F 1/00  
C 02 F 1/52  
C 02 F 1/28  
C 02 F 1/32  
G 05 D 7/06  
G 05 D 21/00

⑳ Aktenzeichen: 195 30 086.6  
㉔ Anmeldetag: 16. 8. 95  
㉕ Offenlegungstag: 20. 2. 97

DE 195 30 086 A 1

㉗ Anmelder:  
Fleischmann, Robert, Prof. Dr., 63846 Laufach, DE

㉘ Erfinder:  
Fleischmann, Robert, Prof. Dr., 63846 Laufach, DE;  
Thielmann, Volker, 64289 Darmstadt, DE

⑤6 Entgegenhaltungen:  
DE 43 30 518 A1  
DE 38 43 679 A1  
US 52 34 606 A  
JP 5-115868 (A), Ref. aus Patents Abstracts of Japan,  
C-1103, 1993, Vol.17/No.475;  
H.Perkow et al, »Naßoxidation...«, Chem.-Ing.-  
Tech. 52 (1980) Nr.12, S.943-951;

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren zur physikalisch-chemischen Brauchwasseraufbereitung mit Sensorsteuerung

⑤7 Beansprucht wird ein Verfahren, das die Reinigung von Brauchwasser und Trinkwasser mit den Verfahrensschritten Flockung, Filterung, Adsorption, katalytische Entgiftung und Entkeimung zum Ziel hat. Dies geschieht durch die Kombination physikalischer und chemisch-katalytischer Verfahren derart, daß Vorfilter, Katalyse- und Photoreaktor seriell geschaltet sind.  
Das Verfahren selbst baut unabdingbar auf der Reihenfolge eines Dreischrittablaufes auf. Der Vorfilter hält Teilchen zurück, die Keime, leichtflüchtige Substanzen (Geruchsstoffe) und Gifte inkorporieren. Die besondere Eigenschaft der Ableitung oder Leitfähigkeit zerstört primär Tensidsuspensionen. Auf diese Weise wird die Fähigkeit der geruchsbildenden und giftigen Wasserinhaltsstoffe an dem Katalysator im Katalysereaktor anzulagern, wesentlich verbessert.  
Im Katalysereaktor als zweite Stufe des Verfahrens werden die adsorbierten Stoffe mit dem im Wasser gelösten Sauerstoff umgesetzt. Diese Autoxidation zu unschädlichen Endprodukten ist von der Verweilzeit, von der Aktivität des Katalysators und dem Sauerstoffgehalt abhängig.  
Der Photoreaktor vollendet als dritte Stufe die Oxidation und zerstört alle pyrogenen Keimaktivitäten. Bei gleichmäßiger Belastung des Eingangswassers reicht eine kontinuierliche Alterungs- und Verschmutzungskontrolle über einen Photosensor aus.  
Stark unterschiedliche Durchflüsse und Verschmutzungsgrade erfordern eine Sensorik, die Verweilzeiten in den Reaktoren erhöht, Sauerstoff ...

DE 195 30 086 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 12. 96 602 068/141

7/30

## Stand der Technik

Regenwasser oder allgemeiner Oberflächenwässer über versiegelten Böden und leichtverschmutzte Abwässer kommen in hochentwickelten Regionen ohne weitere Nutzung in die Kläranlagen. Sie verdünnen damit erheblich die Klärschlammfracht, die letztendlich wieder aufkonzentriert werden muß. Dies bedeutet einen erheblichen Energieaufwand. Darüber hinaus führt der regenschubartige Anfall der Oberflächenwässer zum Überlauf der Auffangbecken. Aus diesem Grunde wäre auch in Regionen mit hohem Quellwasservorkommen eine dezentrale Sammlung und rezyklierte Nutzung von erheblichem Wert.

Unabdingbar ist in Trockenregionen die möglichst mehrfache Verwendung von Regenwässern. Dort besteht vordringlich die schadstoff- und keimfreie Trinkwasservorgabe.

Diese unterschiedlichen Anforderungen verlangen eine gezielte Behandlung des gespeicherten oder rezyklierten Wassers. Vom energetischen und anlagentechnischen Standpunkt aufwendige Lösungen sind Destillation mit Rückkühlung und Abwärmenutzung oder Wasserspaltung über Elektrolyse und Wassergewinnung über Brennstoffzellen z. B. im Weltraum. Ultrafiltration und Umkehrosmose sind weitere Verfahren mit geringerem Energie- jedoch immer noch hohem technischen Aufwand. Aber auch dort ist eine Verkeimung bei längerem Betrieb nicht auszuschließen.

Im Gegensatz zu diesen Hochenergie- und Hochdruckverfahren sind die niederenergetischen Durchflußverfahren wesentlich ökonomischer. Sie beinhalten als bekannte Verfahren die Grobfiltration der nichtsuspensionsgängigen Wasserinhaltsstoffe die Adsorption an geeigneten Adsorbentien, die katalytische Oxidation oder Reduktion, die Phosphatumsatzung bzw. Nitratreduktion und als neuere Technik die UV-Entkeimung.

In DE 42 26 871 wird eine Oxidation und Entkeimung ausgehend von Brunnenwasser vorgeschlagen. Besonderes Augenmerk liegt in der oxidativen Fällung von Eisen und Manganionen. Die Entkeimung wird als offensichtliche Vorsorgemaßnahme für Zuluft und Wasser verstanden.

Im Gegensatz zur vorgehenden Anwendung beschreibt DE 40 07 898 die UV-Bestrahlung geklärten Abwassers. Diese Reduktion pyrogener Keime erlaubt die Einleitung des Abwassers in Flüssen, Seen und nahe an Stränden, die einem öffentlichen Badebetrieb zugänglich sind.

Die Patentschriften DE 30 20 170 und 43 16 452 zeigen den Schadstoffabbau durch Kombination der UV-Strahlung mit Wasserstoffperoxid- bzw. Chlorzugaben.

In EP 0 317 735 wird unter anderem daraufhingewiesen, daß Suspensionsanteile bis zu 16 ppm die UV-Entkeimung nicht stören und das behandelte Abwasser seuchenhgienisch unbedenklich ist.

Die Offenlegungsschrift 31 08 159 trägt Belege vor, die die Wirksamkeit der UV-Behandlung im oxidativen Abbau von organischen Substanzen zu  $\text{CO}_2$  nachweisen. Als Überwachungsparameter bieten sich in diesem Zusammenhang Sauerstoffgehalt bzw. Leitfähigkeit an. Die Offenlegungsschrift 41 24 843 erscheint in diesem Zusammenhang als Fortführung der in der vorhergehenden Literaturstelle zitierten Technik.

Die allgemeine Abwasserproblematik und der Ein-

satz physikalisch-chemischer Reinigungsmethoden sind in den Handbüchern der technischen Chemie zusammengestellt. Insbesondere wird auf die Notwendigkeit einer Desinfektion der Abläufe, die Entfärbung und Geruchsbekämpfung hingewiesen (Ullmanns Enzyklopädie der technischen Chemie Band 6, S. 417 ff).

Der vorliegenden Erfindung, beschrieben in den Ansprüchen 1 bis 14, liegt die Aufgabe zugrunde, die bekannten Verfahren der physikalisch-chemischen Aufbereitung von Wässern derart zu kombinieren und anzupassen, daß die Energieeintringung über Pumpen und Steuerung bzw. der Aufwand für die Anlagentechnik eine maximale Brauchwasserausbeute zulassen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die fünf unterschiedlichen Verfahrensabschnitte Flockung, Filtration, Adsorption, Katalyse und UV-Bestrahlung folgendermaßen abgestimmt und gesteuert werden: Zerstörung ionisch stabilisierter Suspensionen und Abscheidung von Teilchen  $> 10 \mu\text{m}$ , Adsorption und Aufoxidation von Schadstoffen zu stabilen bzw. ungiftigen Oxiden wie  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MnO}_2$  oder  $\text{CO}_2$  und Zerstörung pathogener Keime.

Die durch die Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, daß während des Betriebes, der nach diesem Verfahren arbeitenden Anlagen, die Wasserinhaltsstoffe je nach Verschmutzung des zugeführten Wassers und Anforderungen an das Brauchwasser auf sensorisch festgelegte Grenzwert sicher reduziert werden.

## Beschreibung der Abbildungen

Das Verfahren, das zumeist in einer zentralen Anlage (1) durchgeführt wird benötigt eine Versorgungsvorrichtung mit Volumenspeicher (2) und Zwischenstation (3) bzw. eine Entnahmestrecke (4). In der Fig. 01 ist die Einbindung der Anlage mit Vorfilter (10), Reaktor (20), Bestrahlungsabschnitt (30) und Sensorik (40) in einen Kreislauf aufgezeigt. Die Sensorik wird in diesem Beispiel der Kreislaufführung zu einem Sensorarray zusammengefaßt.

Die Fig. 02 zeigt dieselben Anlagenteile (10), (20) und (30) in einer Durchlaufstation mit Aufteilung der Sensorik in Sauerstoffanalysator (41), pH-Elektrode (42), Keimzahlsensor (43), ionenselektiven Sensor (44) und Photosensor (46). Vordruckpumpe (7), Sauerstoffpumpe (50), Luftanreicherung (23) sowie Einschaltung des Dolomitreaktors (60) werden über die Elektronik (40) gesteuert. Keimfreies weiches Brauchwasser wird über die Leitung (5) mineralhaltiges Trinkwasser über die Leitung (6) abgegeben. Für das Verfahren im Sinne der Ansprüche sind der Kohlevliesfilter (11) der Aktivkohlekatalysator (21) und der UV-C-Brenner (31) entscheidend.

Fig. 3a beschreibt den Einbau einer elektrochemischen Sauerstoffpumpe (50) mit der vorgegebenen Sauerstofffließrichtung (56) ins Innere des Reaktors. Die Einzelteile sind Lochscheiben (51) und ein Stahllochblech (54) als Stützen, Gasdiffusionselektroden (52), Nafionfolie als fixierter Hochleistungselektrolyt (53), Ableitungen mit Steckeranschluß (57). Die äußere Lochscheibe dient mit Dichtung (55) und Schraubgewinde zum flüssigkeitsdichten Einbau.

Die Fig. 3b und 3c zeigen Ausführungsformen von Keimzahlsensoren mit Schwingquarz (74) und spektroskopischer bzw. photometrischer Analytik mit Lichtleitfaser (75), Strahlungsquelle (76) und Detektor (77). Gemeinsam für beide Aufbauten sind Flüssigkeitszufüh-

rung (71), Beruhigungsraum (72) und aktive Membran (73).

Fig. 4 stellt schematisch das Zusammenspiel zwischen Sensorik und Aktorik über eine programmierbare Prozeßrechnerelektronik vor. Dies bedeutet für das beanspruchte Verfahren, daß die Verfahrensschritte entsprechend dem Hauptanspruch gleichbleiben, die Regelung nach Prioritäten über Photozelle, Keimzahl, Sauerstoffgehalt durchgeführt wird. Bei steigenden Ansprüchen an die Reinheit des Wassers werden die Leitfähigkeit bestimmt bzw. pH-, Redox- oder ionenselektive Elektroden eingesetzt.

#### 1. Beispiel: Aufbereitung von Oberflächenwässer zu Trinkwasser

Oberflächenwässer, die aus Niederschlägen entstehen, haben heute schon eine erhebliche Bedeutung in der Wasserversorgung bestimmter Regionen. Diese Wässer sind dadurch gekennzeichnet, daß sie durch Luftauswaschung und Strömung über kontaminierte Oberflächen Stäube, Salze und organische Stoffe mitreißen und unterschiedliche Mengen an Gasen wie Kohlendioxid, Stickoxide und Schwefeloxide aufnehmen. Die unkontrollierte Vermischung mit Fäkalien führt oftmals zu einem verheerenden Anstieg der Keimzahlen. Dieser Vorgang wird durch eine zwischenzeitliche Lagerung in Zisternen und Speichertanks weiter beschleunigt.

Eine optimale Trinkwasserqualität wird dadurch erreicht, daß aus den großen Zisternen, die eine Trockenperiode von eins bis zu sechs Monaten überbrücken müssen, zumeist bei Nacht Wassermengen von rund 10 bis 100 l pro Kopf in einen Zwischenspeicher übernommen werden. Von dort gelangt diese Wassermenge über den Kohlevliesfilter in den Aktivkohlereaktor und weiter in den UV-Lampenbereich. Eine Anlage mit 16 W UV-Lampe, 15 l Aktivkohlereaktor und einem 2 l Vorfilter kann mit geringer Pumpleistung bis 2 m<sup>3</sup> Wasser in 24 h etwa 6 mal umpumpen. Dies genügt zur keimfreien Wasserversorgung von mehr als 20 Menschen. Zweckmäßig ist bei größeren Anlagen und in heißen Regionen eine Auftrennung in keimfreies Gebrauchswasser und dem eigentlichen Trinkwasser im Verhältnis 10/1, das dann mit Calcium- und Magnesiumcarbonat angereichert bzw. leichter z. B. über Abwärmefransformatoren gekühlt werden kann. Der wichtigste Sensor ist in diesem Falle der photoelektrische Strahlungsdetektor, der beim Ausfall der Lampe eine Alarmmeldung abgibt. Die Leistungsfähigkeit des Aktivkohlereaktor wird über eine Sauerstoffsonde im Vorfilter und Lufteinführung über die Rückspülungsanlage gesteigert. Ein Keimzahlensor im Kreislauf kann zur Reduktion der Pumpenlaufzeit und damit der Pumpenenergie herangezogen werden.

#### 2. Beispiel: Schwimmbadwasseraufbereitung

Seuchenhygienische Vorschriften erfordern von öffentlichen Schwimmbädern einen hohen Aufwand an Reinigungsvorgängen, bei denen eine nachhaltige und andauernde Entkeimung nur durch gezielten Chlor- oder Peroxidzusatz erreichbar ist. Für private Anlagen mit bis zu 200 m<sup>3</sup> Wasser sind diese Verfahren zu aufwendig, obgleich ein ebenso hoher Reinheitsgrad angestrebt werden sollte.

Für die Aufbereitung in derartiger Kleinanlagen mit geringerer Spitzenbelastung bietet sich die Kombina-

tion Vorfilter, Aktivkohlereaktor und UV-Lampe an. Schubweiser Anstieg der Verschmutzung wird durch einen relativ großen Reaktor mit etwa 30 bis 100 l Aktivkohle aufgehalten und je nach Belastung über Nacht mit einer schwächeren UV-Lampe (8 oder 16 W) wieder abgebaut. Dazu werden hohe Durchflüsse 2–10 m<sup>3</sup>/h bei Benutzung gefahren. Bei geringerem Bedarf werden die Durchflüsse gedrosselt oder nur ein Nebenkreislauf (Aktivkohlereaktor – UV-Brenner) über ein Dreiwegventil eingestellt.

#### 3. Beispiel: Rezyklisierung von wenig belasteten Abwässern aus Waschprozessen

Abwässer aus Waschmaschinen, Bädern und Duschen haben in der Regel einen hohen Gehalt an Tensiden und Waschhilfsstoffen bei geringer Schmutzfracht. Dieses Wasser kann als Brauchwasser für Toiletten wiederverwendet werden, wenn Geruchsstoffe, zu hohe Keimzahlen und die schleier- bzw. ränderbildende Farbstoffe eliminiert sind.

Eine Anlage mit 5 l Vorfilter, 15 l Aktivkohlereaktor und 8 W UV-Lampe rezykliert rund 3 m<sup>3</sup> Brauchwasser pro Tag. Dabei werden die nicht suspensionsgängigen Feststoffe im Vorfilter aufgefangen. Eine Reinigung des Vorfilters ist durchschnittlich alle vier bis acht Wochen notwendig. Die Geruchs- und Farbstoffentfernung wird optimal bei etwa vierfacher Kreislaufführung der Maximalmenge (Durchfluß 0,5 m<sup>3</sup>/h). Eine automatische Rückspülung des Aktivkohlereaktors muß wöchentlich durchgeführt werden.

Die Bewertung mit Wasser- bzw. Abwasserkosten, Anlageninvestition und Energieauslegung zeigt Amortisationszeiten auf, die ein Jahr unterschreiten. Diese Berechnung ist ein wesentliches Indiz für die optimale Energie- und Materialnutzung im Rahmen der Wasseraufbereitung.

#### 4. Beispiel: Aufbereitung von Abwässern zu Trinkwasser mit Hilfe einer elektrochemischen Sauerstoffpumpe und Sensorsteuerung

Neben der Keimfreiheit muß Trinkwasser die entsprechenden Grenzwerte an Metallionen halogenierten und sonstigen Kohlenwasserstoffen unterschreiten. Es sollte darüber hinaus weitgehend neutral und mit Sauerstoff bis zur Sättigung bzw. mit etwas mit Calcium- bzw. Magnesiumcarbonat angereichert sein.

Zur Rückgewinnung von Trinkwasser aus unterschiedlichen Abwässern sind die in den vorhergehenden Beispielen dargestellten Anlagen geeignet, wenn man die Sensorsteuerung einführt und entsprechend der Kontamination der Abwässer den Wartungsaufwand erhöht. Im einzelnen besteht eine derartige Anlage aus folgenden Teilen:

Vorfilter mit Aktivkohlevlies und Aktivkohleeinsatz mit Sauerstoffsensor. Filtration der Feststoffanteile, Sichtkontrolle und Schutz bei hohem Verschmutzungsgrad (schneller Austausch). Aufnahme an Feststoffen maximal 500g, Austausch bei hohem Anteil an nichtsuspensionsgängigen Feststoffen etwa alle 7 Tage, bei Normalbetrieb Wartungsintervalle 2–4 Monate.

Aktivkohlereaktor zur Adsorption halogener Kohlenwasserstoffe und katalytisch, oxidativen Umsetzung reaktiver Schad- und Geruchsstoffe. Minimale Verweildauer im Aktivkohlebett (Schüttdichte = 0,4 g/cm<sup>3</sup>, 0,1 m<sup>3</sup> pro Stunde Wasserdurchfluß) etwa 200 Sekunden. Sauerstoffzufuhr über elektrochemische

Sauerstoffpumpe mit Graphitelektroden Nafionfolien-elektrolyt, poröse Keramik und Lochstahlplatte. Ein Sauerstoffsensor im Vorfilter steuert die Energiezufuhr zur elektrochemischen Zelle. Die Regenerationsinter-  
valle der Aktivkohle liegen je nach Durchfluß und  
Schadstofffracht des zugeführten Abwassers zwischen  
einem und sechs Monaten.

UV-Bestrahlung mit Wirkungsgradsensor zur Zerstö-  
rung pyrogener Keime UV-Lampe 20 W, Bauhöhe  
430 mm mit Sensor für Wirkungsgradverlust und Steuer-  
bzw. Schaltelektronik. Strömungsquerschnitt  
130 mm, maximale Durchflußgeschwindigkeit 0,2 m/s,  
bzw. 30 cm /s bei 100 l/h. Energieabgabe des Strahlers:  
 $57600 \text{ J}/100 \text{ l} = 576 \text{ mJ}/\text{cm}^3$  als Volumendosis, dies ent-  
spricht in der Bestrahlungskammer bei einer Exposi-  
tionszeit von 5s etwa auch der spez. Energie pro  $\text{cm}^2$ .  
Ein Keimzahlsensor als biologisch aktive Membran in  
einer Bypass-Leitung zeigt die Leistungsfähigkeit der  
Entkeimung bzw. die Überlastung des Aktivkohlereak-  
tors an.

Dolomitdosierung mit pH-Sensor: In Einzelfällen ist  
eine Entsäuerung des Wassers notwendig. Dies ge-  
schieht mittels ventilgeschalteter Durchleitung des  
Wassers vor der Entkeimungsanlage über einen Dolo-  
mitfilter.

Die Sensoren für Sauerstoff, Keimzahl und pH bzw.  
die Änderung ihrer Werte im Langzeit- bzw. Kurzzeit-  
rahmen reichen aus, um ein umfassendes Bild der Wirk-  
samkeit der Anlage widerzuspiegeln.

#### 5. Beispiel: Aufarbeitung fett- und ölhaltiger Abwässer und Rückführung in einen Reinigungsprozeß

Waschanlagen für Fahrzeuge, PKW, LKW, Waggon  
und Flugzeuge benötigen neben der Abscheidung von  
Schmutzpartikeln, Fetten und Ölen, die Entfärbung und  
Desodorierung des Kreislaufwassers.

Für diesen speziellen Fall ist der Aktivkohlereaktor  
als Oxidationsreaktor zur Desodorierung, Entfärbung  
und teilweisen Umsetzung von Fetten und Ölen, die  
nicht abgeschieden wurden, geeignet. Der UV-Strahler  
unterstützt die Bildung von Fettsäuren, die je nach pH-  
Wert alkalisiert werden müssen. Dies geschieht über die  
Waschmittelzudosierung. Die Anlagen entsprechen den  
Grauwasseraufbereitungen mit einem erhöhten Auf-  
wand an Entschäumung und Ölabscheidung im Vorfil-  
terbereich.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur physikalisch-chemischen Brauch-  
wasseraufbereitung von Oberflächen- und Abwäs-  
sern, **dadurch gekennzeichnet**, daß

a. in einem Vorfilter (10) mit leitfähiger Koh-  
lenstoffstruktur (11) ionenstabilisierte Suspen-  
sionen ausgefällt und nicht suspensionsgängi-  
ge Teilchen ausgefiltert werden,

b. in einem nachfolgenden Reaktor (20) mit  
Aktivkohle (21) die gelösten und jetzt noch  
suspensionsgängigen Wasserinhaltsstoffe ad-  
sorbiert und aufoxidiert werden,

c. in einem Durchflußreaktor (30) am Ende der  
Anlage über UV-Bestrahlung die aufoxidierten  
organischen Schadstoffe weiter abgebaut  
bzw. die pyrogenen Keime zerstört werden  
und

d. je nach Qualitätsanforderung an das Brauch-  
wasser der Durchfluß über einen oder mehre-  
re Sensoren (40), vornehmlich einem Photo-  
sensor (46) am UV-Brenner (31), gesteuert  
wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß Sauerstoffgehalt und Keimzahl sen-  
sorisch erfaßt und zur Steuerung herangezogen  
werden.

3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch  
gekennzeichnet, daß die Güte des Brauchwassers  
weitergehend über Leitfähigkeits-, Redox- oder  
pH-Sensor bestimmt wird.

4. Verfahren nach den Ansprüchen 1—3, dadurch  
gekennzeichnet, daß der Keimzahlsensor (43) als  
physikalisch-chemischer Baustein aus einer bioche-  
misch aktiven Membran z. B. für Kolibakterien mit  
photo-, spektrometrischer bzw. anderen massenab-  
hängigen Schichtdickenanalytiken besteht.

5. Verfahren nach den Ansprüchen 1—4, dadurch  
gekennzeichnet, daß zur Erhöhung der Reaktivität  
des Katalysereaktors (20) Sauerstoff oder Wasser-  
stoffperoxid zudosiert werden.

6. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 5, dadurch  
gekennzeichnet, daß die Sauerstoffanreicherung  
über eine elektrochemische Sauerstoffpumpe (50)  
geschieht.

7. Verfahren nach den Ansprüchen 1, 5 und 6, da-  
durch gekennzeichnet, daß eine der beiden Elektro-  
den für die elektrochemische Sauerstoffpumpe (50),  
die leitfähige Kohlenstoffstruktur (11) im Vorfilter  
(10) ist.

8. Verfahren nach Anspruch 1 und 7, dadurch ge-  
kennzeichnet, daß Kohlen-  
stoffpapier, -vlies oder -gewebe die leitfähige Koh-  
lenstoffstruktur (11) im Vorfilter (10) ausmacht.

9. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß der Aktivkohle im Reaktor (20) zur  
Erhöhung der katalytischen Aktivität Edelmetall  
zugesetzt wird, dessen Menge 1—100 mg pro kg  
Kohle ausmacht.

10. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 9, da-  
durch gekennzeichnet, daß das Edelmetall zur  
Feinstverteilung reduktiv auf der Kohle ausgefällt  
wird.

11. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß der Aktivkohlereaktor (20) rückspül-  
bar ist.

12. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 11,  
dadurch gekennzeichnet, daß die Rückspülung mit-  
tels Druckluft (23) durchgeführt und damit eine  
Sauerstoffanreicherung im Reaktor (20) erreicht  
wird.

13. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß der Bestrahlungsreaktor (30) mit ei-  
nem Photosensor (46) und einer speicherprogram-  
mierbaren Prozessorelektronik (47) ausgerüstet ist,  
die sowohl die nachlassende Brennerwirkung als  
auch die Verschmutzung der Quarzglasoberfläche  
aufgrund einprogrammierter unterschiedlicher  
Zeitfaktoren feststellen und über Monitore ausge-  
ben kann.

14. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 13, da-  
durch gekennzeichnet, daß zusätzlich zur Photozel-  
le (46) die weitere Sensoren (41—45) der Prozes-  
sorelektronik (47) Werte liefern und mit diesen Pa-  
rametern die Aktorik (48) (Pumpen, Ventile, Rück-  
spülung, Sauerstoffzufuhr, Alarmabschaltung) ab-

hängig von der Brauchwasseranforderung über  
entsprechende Programme gesteuert wird.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

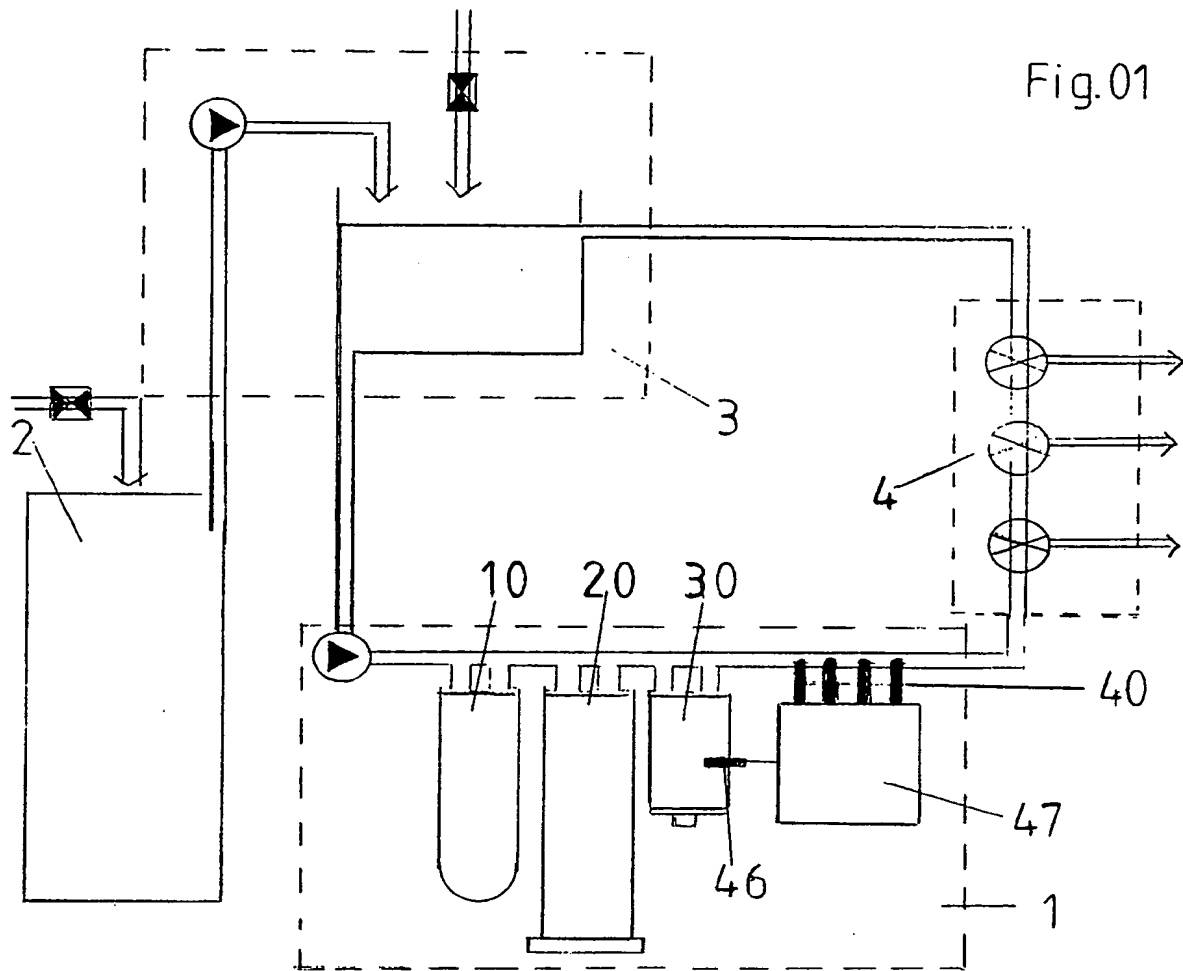
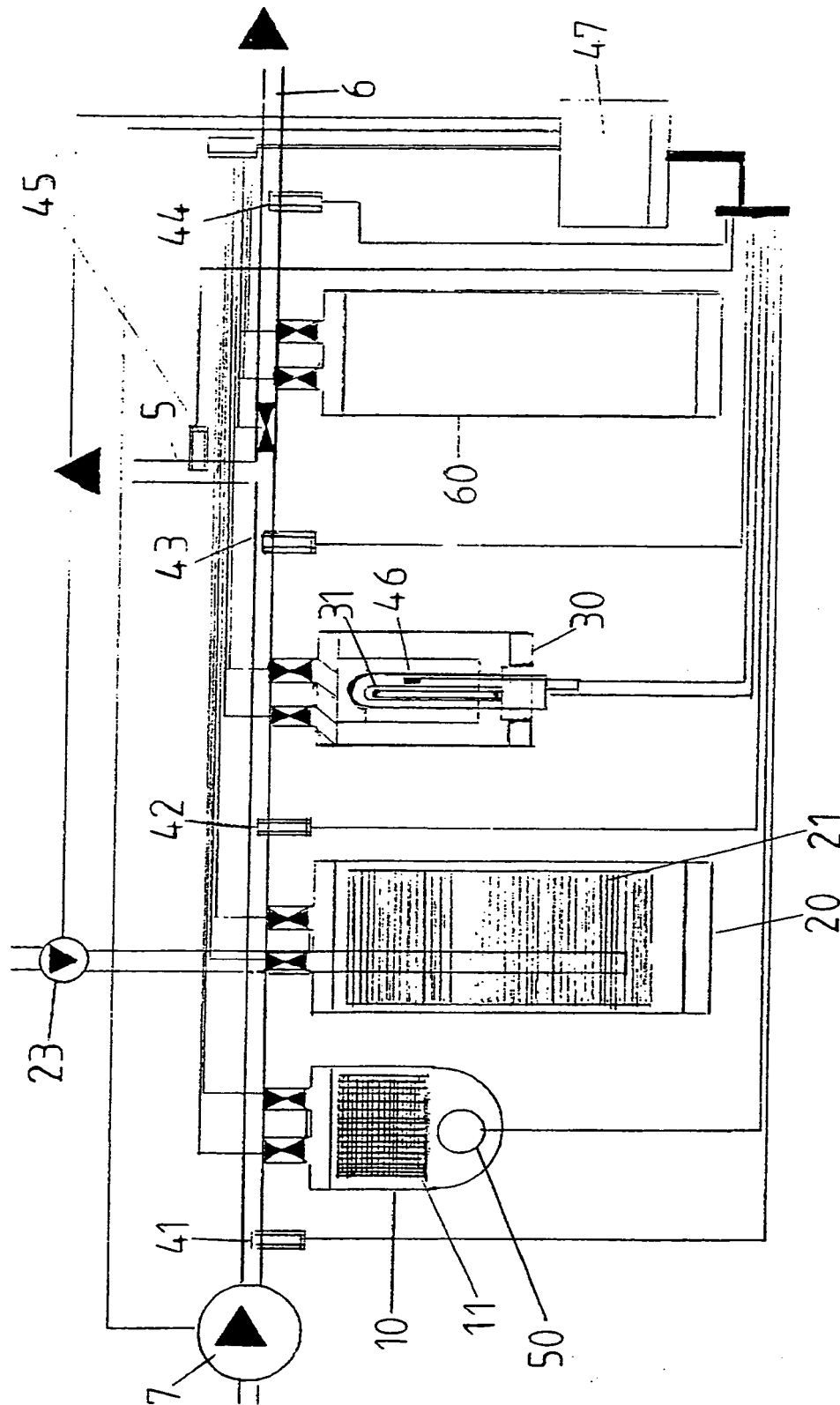


Fig.02



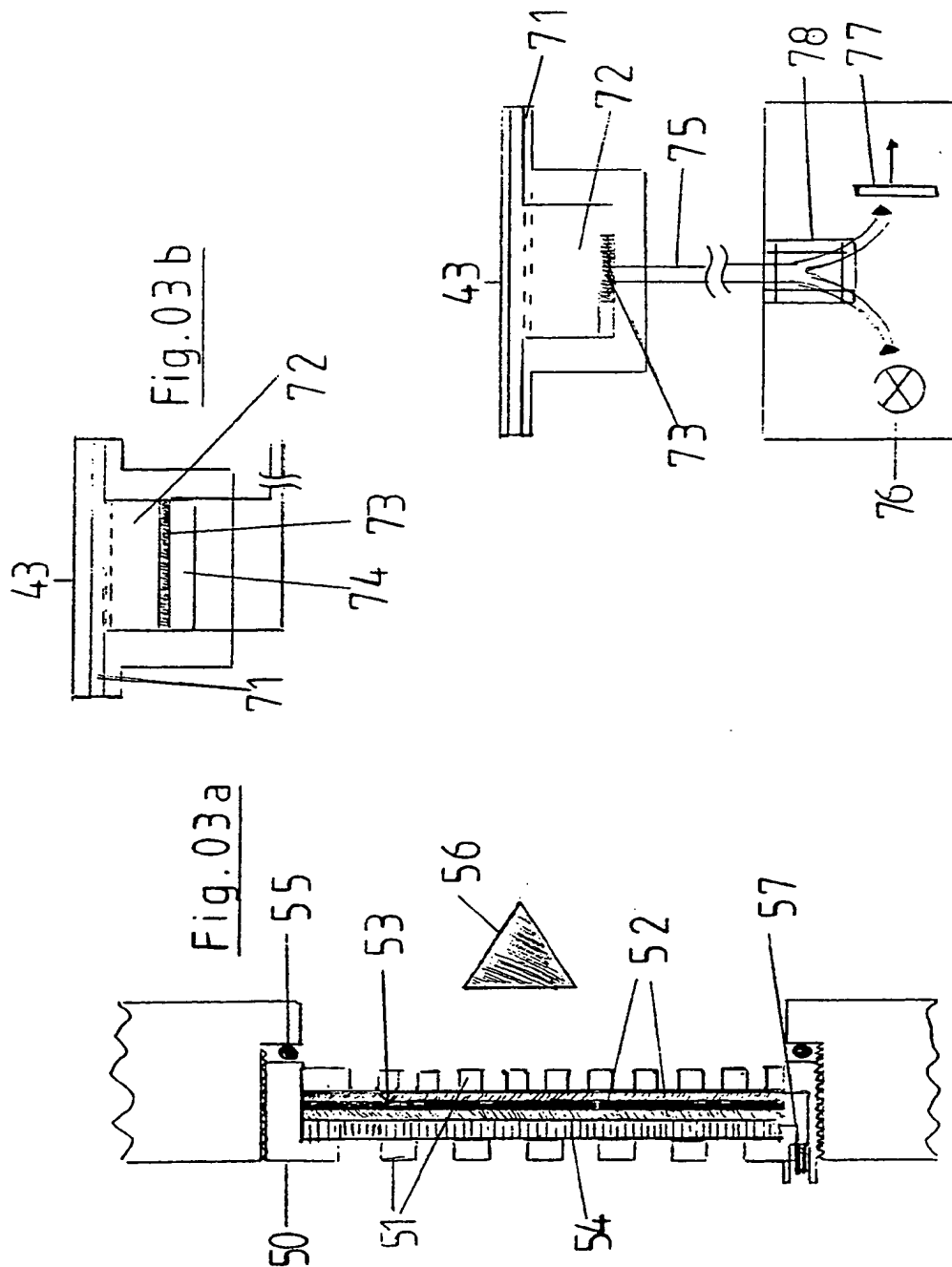


Fig. 03c

Fig.04

